

Tipo de artículo: Artículo original

Análisis estadístico computacional del efecto de los biorrepelentes sobre la incidencia de *Bemisia tabaci* en el cultivo de sandía, comuna Joa

Computational statistical analysis of the effect of biorepellents on the incidence of *Bemisia tabaci* in watermelon cultivation, Joa commune

Rodrigo Paul Cabrera Verdezoto ^{1*} , <https://orcid.org/0000-0002-9560-5795>

Cristhian Leoncio Catagua Durán ² , <https://orcid.org/0000-0002-0016-1301>

Jessica Jessenia Morán Morán ³ , <https://orcid.org/0000-0002-6487-1038>

Marcos Raúl Heredia Pinos ⁴ , <https://orcid.org/0000-0003-1662-7337>

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera de Ingeniería Ambiental, Instituto de Postgrado, Km 1½ Vía Jipijapa-Noboa - Campus Los Ángeles Jipijapa. Correo electrónico: rodrigo.cabrera@unesum.edu.ec

² Universidad de la Frontera, Doctorado en Ciencias de Recursos Naturales. Correo electrónico: c.catagua01@ufromail.cl

³ Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Instituto de Postgrado, Km 1½ Vía Jipijapa-Noboa - Campus Los Ángeles Jipijapa: jessica.moran@unesum.edu.ec

⁴ Universidad Técnica Estatal de Quevedo Carrera Agropecuaria, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, km 3 1/2 vía a Valencia Sector El Pital 1, Quevedo. Ecuador: mherediap@uteq.edu.ec

* Autor para correspondencia: rodrigo.cabrera@unesum.edu.ec

Resumen

La *Bemisia tabaci* es una plaga agrícola que afecta a los cultivos tanto vegetales y frutales causándole diferentes alteraciones en su estructura vegetal, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de los biorrepelentes sobre la incidencia de *B. tabaci* en el cultivo de sandía, comuna Joa, se realizó un diseño de bloques completamente al azar estableciendo cinco tratamientos y cuatro repeticiones, se efectuó el análisis de varianza, la prueba de normalidad Shapiro-Wilks y la prueba de Tukey al ($P \leq 0,05$) de probabilidad. Los resultados obtenidos evidenciaron que el tratamiento 3 del extracto natural de neem (*Azadirachta indica*) tuvo la mayor eficiencia en repeler la *B. tabaci* y con el mayor promedio en las variables productivas en el cultivo de sandía a diferencia de los tratamientos con extractos naturales de ají (T4), ortiga (T5), tratamiento químico (T2) y tratamiento testigo (T1). En conclusión, se determinó el biorrepelente con mayor eficiencia en el control de *B. tabaci* y el mejor promedio en las variables productivas, a excepción del rendimiento kg ha^{-1} que no mostró diferencias significativas, siendo el tratamiento 3 con extracto natural de neem (*Azadirachta indica*).

Palabras clave: análisis estadístico; agricultura sostenible; extractos naturales; mosca blanca; plaga agrícola.

Abstract

Bemisia tabaci is an agricultural pest that affects both vegetable and fruit crops causing different alterations in their plant structure, the objective of the research was to evaluate the effect of bioremedicants on the incidence of *B. tabaci* in the watermelon crop, commune Joa, a completely randomized block design was carried out establishing five treatments and four replications, the analysis of variance, the Shapiro-Wilks normality test and the Tukey test ($P \leq 0.05$) of probability were performed. The results obtained showed that treatment 3 of the natural extract of neem (*Azadirachta indica*) had the highest



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

efficiency in repelling *B. tabaci* and the highest average in the productive variables in the watermelon crop, as opposed to the treatments with natural extracts of chili bell pepper (T4), nettle (T5), chemical treatment (T2) and control treatment (T1). In conclusion, the biorepellent with the highest efficiency in the control of *B. tabaci* and the best average in the productive variables was determined, with the exception of the yield kg ha⁻¹ which did not show significant differences, being treatment 3 with natural extract of neem (*Azadirachta indica*).

Keywords: statistical analysis; sustainable agriculture; natural extracts; White fly; agricultural pest.

Recibido: 03/04/2023

Aceptado: 28/07/2023

En línea: 10/08/2023

Introducción

A nivel mundial el cultivo de plantas frutales y vegetales de importancia económica abastecen de alimentos para la sociedad y el incentivo del desarrollo local, no obstante durante los ciclos de producción se presentan problemas fitosanitarios asociados a las plagas agrícolas afectando a los cultivos y generando pérdidas económicas (Vyskočilová et al., 2018). Según (Chen et al., 2019) para repeler los insectos plagas como es el caso de la *Bemisia tabaci* (mosca blanca) los productores agrícolas utilizan los insecticidas químicos de formas no adecuadas aumentando el estrés abiótico, biótico, teniendo consecuencias como la contaminación de los recursos naturales y la vulneración de la seguridad alimentaria.

La *B. tabaci* es una plaga agrícola cuyos virus patógenos producen a los cultivos diferentes enfermedades generando daños, siendo los géneros (*Begomovirus*, *Crinivirus*, *Ipomovirus*, *Carlavirus* y *Torradovirus*) los más importantes como refieren (Adhikari et al., 2020). Es una plaga importante debido a la alta incidencia de los hospedantes en los cultivos y la adaptabilidad que han desarrollado a los insecticidas químicos, provocando considerables pérdidas a los productores (Mugerwa et al., 2018), (Gautam & Sharma, 2021) argumentan que las prácticas agrícolas basadas en la síntesis química provocan daños medio ambientales y es necesario la utilización de prácticas eficientes, sostenibles, sin repercusiones a los recursos naturales.

En Latinoamérica los cultivos agrícolas son vulnerables a infestaciones de *B. tabaci*, haciendo énfasis en el cultivo de sandía ha generado disminución y pérdidas considerables, sin embargo en función a sus características de reproducción y dispersión es una de las plagas importantes causantes de diferentes afectaciones, en este contexto existen alternativas eficientes y económicas que disminuyen la presencia de *B. tabaci* en el cultivo de sandía, mediante extractos naturales (biorrepelentes) con propiedades insecticidas (Kumar et al., 2019).

Los biorrepelentes elaborados mediante extractos naturales son considerados métodos alternativos de protección contra plagas agrícolas y amigables con el medio ambiente (Oguh et al., 2019), los extractos naturales de neem (*Azadirachta indica*), ají (*Capsicum annuum* sp), ortiga (*Urtica dioica*) han demostrado repelencia e incluso



mortalidad en la población de *B. tabaci* debido a los ingredientes activos naturales de los extractos (Ugwu & Oyeagu, 2023).

En Ecuador la sandía (*Citrullus lanatus*) es un producto de gran valor económico debido a las exportaciones hacia otros países y de consumo local, pero la *B. tabaci* ha provocado alteraciones en el fruto y pérdidas económicas, el control de la *B. tabaci* en el cultivo de sandía se emplea indiscriminadamente insecticidas químicos, contribuyendo con el estrés biótico de los recursos naturales generando un impacto negativo ambiental, estudios han demostrado que la utilización de biorrepelentes ha obtenido efectos alternativos eficientes con menos perjuicios al medio ambiente, favoreciendo a la agricultura familiar campesina reduciendo costos de producción (Upadhyay et al., 2019), (Karkanis & Athanassiou, 2021).

En la comuna Joa del cantón Jipijapa - Manabí, el cultivo de sandía es vulnerable a las poblaciones de *B. tabaci* provocando alteraciones en el fruto e incluso mortalidad al cultivo. Según (Cabrera Verdezoto et al., 2016), (Ghosh et al., 2021), (González-Macedo et al., 2021) destacan la utilización de biorrepelentes a base de extractos naturales de neem, ají y ortiga como alternativa ecológica para la *B. tabaci* en los cultivos sin acumulación de contaminantes en los recursos naturales y promoviendo la seguridad alimentaria. Los biorrepelentes son eficientes para productores a pequeña escala como es el caso de la comuna Joa del cantón Jipijapa, Manabí. En congruencia con lo anterior la investigación tiene como objetivo: Evaluar el efecto de los biorrepelentes sobre la incidencia de *B. tabaci* en el cultivo de sandía, comuna Joa.

Materiales y métodos

La investigación efecto de los biorrepelentes sobre la incidencia de *B. tabaci* en el cultivo de sandía, comuna Joa, es de nivel descriptivo – evaluativo de corte transversal con un enfoque cuantitativo experimental.

Ubicación geográfica y características agro-climáticas

La fase de campo inició en los meses de enero a abril del 2021, la localización del experimento está ubicada en la comuna Joa perteneciente al cantón Jipijapa Provincia de Manabí, las coordenadas geográficas son: 80°37'47.65"O de longitud oeste y 1°22'36.09"S de latitud sur a una altitud de 73 msnm.

Las características agro climáticas son las siguientes, suelo de textura franco – arcilloso, la topografía es plana a medianamente irregular con un drenaje natural, el pH es 7 – 8 neutro y alcalino, el tipo de zona ecológica es seco tropical de temperatura media diaria de 25°C, precipitación anual 38.2 mm, con una humedad relativa 76.9 a 83.4 % y 112.0 horas sol al año, según registros del plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2015.



Diseño experimental

El diseño experimental se realizó mediante un diseño de bloque completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones establecidos de la siguiente manera, tratamientos: T₁ Testigo Absoluto, T₂ Químico (Sharimida) insecticida agrícola comercial, T₃ B₁ biorrepelente de neem, T₄ B₂ biorrepelente de ají, T₅ B₃ biorrepelente de ortiga. Se efectuó la prueba de normalidad Shapiro-Wilks, se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) de probabilidad para cada una de las variables; mediante el SGBD PostgreSQL se construyó la base de datos, y en el análisis matemático estadístico se utilizó el software *Statgraphics Centurion XV*.

Tabla 1. Modelo estadístico

Fuente de variación	G. L.	Sc	Cm	F – Tabla
				0.05
Tratamiento (t – 1)	4			
Bloque (b – 1)	3			
Error (t – 1) (b – 1)	12			
Total (n – 1)	19			

El modelo estadístico del diseño experimental que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \beta_i + e_{ij}$$

Donde:

μ : constante general a todas las observaciones (media general)

α_j : efecto del tratamiento asociado al j-ésimo nivel del factor.

β_i : efecto del tratamiento asociado al i-ésimo bloque

e_{ij} : error experimental (Ileer et al., 2022).

El establecimiento del área experimental fue el siguiente:

Número de tratamientos por bloque: 5

Ancho de calle entre bloques: 1.0 m

Área de cada tratamiento: $4 \times 4 = 16 \text{ m}^2$

Área de bloque: $4 \times 20 = 80 \text{ m}^2$

Área neta de experimento: $80 \times 4 = 320 \text{ m}^2$

Área total de experimento: $21 \times 22 = 462 \text{ m}^2$

Prácticas culturales y control sanitario

Las prácticas culturales agrícolas consistieron en la obtención de las semillas Queksaly de sandía cuyo sobre contienen 2000 unidades que se utiliza para una hectárea, la etapa de siembra se realizó una vez establecidos los



tratamientos en el área ubicando dos semillas por sitio cubriéndolas con tierra y previo se realizó el riego para humedecer el suelo permitiendo la germinación. La etapa de deshierbe se realizó de forma manual acorde a la duración del experimento y el riego de las unidades experimentales se efectuó mediante sistemas de riego de microaspersión.

El control sanitario se realizó mediante la utilización de biorrepelentes de extractos naturales de neem, ají, ortiga en dosis de ½ L en bomba de 20 L de agua, fueron aplicados a los 15, 30, 45, 60 días, mientras que el insecticida químico que se utilizó es el Sharimida de uso comercial cuya dosis es de 1 L ha⁻¹, en 200 litros de agua, para las unidades experimentales solo se empleó 3 mm en bomba de 20 litros de agua.

La preparación de los biorrepelentes se procedió a recolectar y moler por separado 300 gramos de ají (*Capsicum annuum* sp), 500 gramos de neem (*Azadirachta indica*), 500 gramos de ortiga (*Urtica dioica*), en ½ litro de agua se realizó el hervido en estufa de gas hasta que el agua empiece a ebulir, se dejó reposar por 24 horas y luego se filtró el contenido obteniendo los extractos naturales en envases rotulados por separado; debido al área del experimento se mezcló ½ litro de extracto natural en 6 litros de agua y se esparció mediante bomba de 20 litros de agua para la aplicación acorde a los tratamientos establecidos (Cabrera Verdezoto et al., 2016), (Navarrete et al., 2017).

Variables de estudio

Las variables de estudio evaluadas son: incidencia de *B. tabaci* (mosca blanca) que consistió en el registro de individuos en etapa adulta mediante el método de recuento directo en el envés de la hoja. El número de guías y la longitud de guías (cm) se obtuvo a los 30 días del trasplante desde la base guía hasta su ápice. El peso de fruto una vez cosechado se procedió a pesar (kg), longitud del fruto (cm) se midió una vez cosechado desde el pedúnculo hacia la longitud del fruto, el diámetro de frutos (cm) se realizó mediante calibrador y el rendimiento (kg/ha) se pesó los frutos de cada parcela obteniendo el peso en kg/parcela y luego se lo transformó en kg/ha⁻¹.

Resultados y discusión

Al realizar el análisis de la incidencia de *B. tabaci* se evidencia que en los siete primeros monitoreos no hay diferencias estadísticas significativas (Tabla 2), mientras que en el monitoreo ocho hay diferencias estadísticas significativas, siendo el Tratamiento 3 con menor incidencia de *B. tabaci* en comparación a los tratamientos testigos y químicos, los tratamientos con biorrepelentes de extractos ají y ortiga tienen un comportamiento similar entre sí.

En comparación con el estudio de (Sabillón & Bustamante, 1995) demostró que el tratamiento de neem en su experimento obtuvo efectos de repelencia (7,1) en comparación a los demás tratamientos aplicado en el cultivo de tomate, estos resultados concuerdan con los criterios de (Romero et al., 2015) que sugieren emplear biorrepelentes a base de extractos de neem por presentar mayor efectividad en la disminución de la *B. tabaci*. En relación con (Sani et



al., 2020) demostró que el biorrepelente de neem tuvo una mortalidad del 50% en 7 días en diferentes hortalizas y cultivos ornamentales.

En cuanto al tratamiento 4 (ají 2,24) y 5 (ortiga 2,58) presentan diferencias estadísticas similares (Tabla 2) en comparación con (Castillo-Sánchez et al., 2012) evidenció que el biorrepelente a base ají tuvo hasta un 50% de disminución del insecto plaga, en relación con el estudio de (Cabrera Verdezoto et al., 2016) en el cultivo de fréjol presentó una disminución de la *B. tabaci*, mientras que (Dougoud et al., 2019) demostró que los resultados son deficientes utilizando extractos de ají en condiciones de campo. Los investigadores (Zurita Vásquez et al., 2017) justificaron la utilización de biorrepelentes con extractos de ortiga hasta un 23,35% de repelencia en plagas del maíz como es el gorgojo (*Sitophilus zeamais*) en comparación al extracto de ortiga presentado en la Tabla 2.

Tabla 2. Registro de monitoreos de *B. tabaci*

Tratamientos	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
T ₁ Testigo	0,70 a	0,42 a	0,62 a	0,82 a	5,00 a	1,46 a	5,13 a	4,80 c
T ₂ Químico	0,87 a	0,25 a	0,46 a	0,57 a	3,70 a	1,13 a	4,54 a	3,37 b
T ₃ Neem	0,91 a	0,50 a	0,58 a	0,41 a	1,34 a	1,34 a	4,95 a	1,88 a
T ₄ Ají	0,79 a	0,49 a	0,83 a	0,75 a	3,85 a	1,41 a	4,37 a	2,24 ab
T ₅ Ortiga	0,83 a	0,37 a	0,37 a	0,54 a	5,54 a	1,62 a	3,33 a	2,58 ab
C.V. (%)	13,63 (-)	11,34 (-)	12,95 (-)	10,34 (-)	12,00 (-)	20,01 (-)	16,29 (-)	14,33 (-)

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según el test de Tukey (p≤0,05)
 (-) Datos transformados a $\sqrt{n + 1}$

Al realizar el análisis del número de guías (Tabla 3) se evidencia que el tratamiento 3 (neem) obtuvo el mayor número de guías a los 30 días y 60 días en comparación a los demás tratamientos, en relación con (Rodríguez-Montero et al., 2020) refieren que al considerar productos orgánicos que mitiguen la población de *B. tabaci*, los cultivos presentaran mejor desarrollo sin alteraciones en la fisiología de la planta, en comparación con (Orrala Borbor et al., 2019) evidenció que durante el experimento halló diferencias de entre 3 a 4 guías principales en el cultivo de sandía Royal Charleston injertado.

Tabla 3. Promedios del número de guías 30 y 60 días

Tratamientos	Número de guías (días)	
	30	60
T ₁ Testigo	2,08 ab	2,74 a
T ₂ Químico	1,49 b	2,49 a
T ₃ Neem	2,62 a	3,28 a
T ₄ Ají	2,12 ab	2,78 a
T ₅ Ortiga	2,16 ab	3,44 a
C.V. (%)	9,40	6,96

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según el test de Tukey (p≤0,05)



El análisis de la longitud de guías (Tabla 4) se evidencia que en el registro de los 30 días no hay diferencias estadísticas, mientras que en el registro de los 60 días hay diferencias estadísticas, siendo el tratamiento 3 (neem) el de mayor longitud con 263,77 cm en comparación con los demás tratamientos, en comparación con el estudio de (Sarmiento-Sarmiento et al., 2019) a los 60 (249,6) y 90 (266,5) días la longitud de guía del cultivo de sandía fue superior en el tratamiento aplicando insumos orgánicos (insecticidas y fertilizantes) mostrando diferencias estadísticas como los reportados en esta investigación.

Tabla 4. Promedios de longitud de guías a los 30 y 60 días

Tratamientos	Longitud de guías (días)	
	30	60
T ₁ Testigo	102,91 a	199,32 ab
T ₂ Químico	91,29 a	160,47 b
T ₃ Neem	130,67 a	263,77 a
T ₄ Ají	124,47 a	233,37 ab
T ₅ Ortiga	120,30 a	208,42 ab
C.V. (%)	13,90 (-)	9,70

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según el test de Tukey (p≤0,05)
 (-) Datos transformados a Log¹⁰

El análisis promedio de peso, longitud, diámetro de fruto (Tabla 5) se evidencia que el tratamiento 3 (neem) tiene mayor promedio a diferencia de los demás tratamientos, a diferencia de (Wahyudi et al., 2022) mediante injertos en sandía evidenció diferencias significativas, en el tratamiento 1 obteniendo una longitud del fruto de (28.30 a) y el tratamiento 4 un peso del fruto de (3.81 a) en comparación a los mostrados en este estudio.

(Celis et al., 2009) destaca la utilización de biorrepelentes disminuyen las alteraciones a los recursos naturales y productos con mayor calidad, en relación con (Cervantes Vázquez et al., 2018) aluden que la utilización de diferentes insumos orgánicos generan un desarrollo óptimo durante la fenología del cultivo de sandía, obteniendo mejores rendimiento en el fruto del cultivo, en comparación con el estudio de (Orrala Borbor et al., 2019) que el peso promedio, diámetro, longitud tuvo diferencias estadísticas en el tratamiento químico (ácido giberélico) a diferencia de los otros tratamientos del cultivo de sandía.

Tabla 5. Promedios de peso, longitud, diámetro de frutos a la cosecha

Tratamientos	Peso de frutos a la cosecha	Longitud de frutos a la cosecha	Diámetro de frutos a la cosecha
T ₁ Testigo	1,88 b	21,83 b	14,49 ab
T ₂ Químico	2,25 ab	26,41 ab	13,28 b
T ₃ Neem	3,74 a	37,99 a	25,79 a
T ₄ Ají	2,69 ab	37,69 ab	25,47 ab
T ₅ Ortiga	1,91 ab	23,37 ab	14,03 ab
C.V. (%)	17,50 (-)	19,26 (-)	23,03 (-)



* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según el test de Tukey ($p \leq 0,05$). (-) Datos transformados utilizando $\sqrt{n} + 1$

En la tabla 6 se evidenció que no hay diferencias estadísticas en los tratamientos, los tratamientos establecidos no influyen en el rendimiento kg ha^{-1} estos resultados han variado de 6671,88 y 10093,8 kg ha^{-1} , en comparación con (Jiménez-Martínez & Balladares, 2019) reportó rendimientos superiores aplicando biorrepelentes a base de extractos de ají con 30625 kg ha^{-1} , a diferencia de (Sarmiento-Sarmiento et al., 2019) mediante insumos orgánicos en el cultivo de sandía tuvo mayor rendimiento 48,62 t ha^{-1} debido a la extensión del cultivo.

Tabla 6. Promedio de rendimiento kg ha^{-1}

Tratamientos	Rendimiento kg ha^{-1}
T ₁ Testigo	6671,88 a
T ₂ Químico	10093,8 a
T ₃ Neem	8593,88 a
T ₄ Ají	10093,8 a
T ₅ Ortiga	7171,87 a
C.V. (%)	25,69 (-)

*Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según el test de Tukey ($p \leq 0,05$)
(-) Datos transformados usando $\sqrt{n} + 1$

Conclusiones

El uso de herramientas computacionales para análisis estadístico permitió gestionar la correcta tabulación de los parámetros y realizar los análisis estadísticos necesarios. Acorde a los resultados obtenidos se determinó que el biorrepelente con mayor efecto en el control de la población de *B. tabaci* y con mayor promedio en las variables productivas en el cultivo de sandía, fue el tratamiento 3 (biorrepelente con extracto de neem), a excepción de la variable rendimiento kg ha^{-1} que no evidencia diferencias significativas en comparación a los demás tratamientos aplicados.

Se logró evaluar el efecto de biorrepelentes en el control de la mosca blanca (*B. tabaci*) en el cultivo de sandía siendo el tratamiento 3 con extracto de neem eficiente e ideal para la adopción de técnicas sostenibles en la agricultura familiar campesina como es el caso de la comuna Joa del cantón Jipijapa Provincia de Manabí.

Conflictos de intereses

Los autores no poseen conflictos de intereses.

Contribución de los autores



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

1. Conceptualización: Cabrera Verdezoto Rodrigo Paul, Catagua Durán Cristhian Leoncio, Morán Morán Jessica Jessenia, Marcos Raúl Heredia Pinos.
2. Curación de datos: Morán Morán Jessica Jessenia, Marcos Raúl Heredia Pinos.
3. Análisis formal: Cabrera Verdezoto Rodrigo Paul, Catagua Durán Cristhian Leoncio
4. Investigación: Cabrera Verdezoto Rodrigo Paul, Catagua Durán Cristhian Leoncio
5. Metodología: Cabrera Verdezoto Rodrigo Paul, Morán Morán Jessica Jessenia
6. Software: Cabrera Verdezoto Rodrigo Paul, Catagua Durán Cristhian Leoncio
7. Supervisión: Catagua Durán Cristhian Leoncio, Morán Morán Jessica Jessenia.
8. Validación: Cabrera Verdezoto Rodrigo Paul, Catagua Durán Cristhian Leoncio
9. Visualización: Morán Morán Jessica Jessenia, Marcos Raúl Heredia Pinos.
10. Redacción – borrador original: Cabrera Verdezoto Rodrigo Paul, Catagua Durán Cristhian Leoncio
11. Redacción – revisión y edición: Cabrera Verdezoto Rodrigo Paul, Catagua Durán Cristhian Leoncio, Morán Morán Jessica Jessenia, Marcos Raúl Heredia Pinos.

Financiamiento

La investigación ha sido financiada por los autores.

Referencias

- Adhikari, K., Niraula, D., & Shrestha, J. (2020). Use of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) as a biopesticide in agriculture: A review. *Journal of Agriculture and Applied Biology*, 1(2), 100-117. <http://jaabjournal.org/index.php/jaab/article/view/99>
- Cabrera Verdezoto, R. P., Morán Morán, J. J., Mora Velasquez, B. J., Molina Triviño, H. M., Moncayo Carreño, O. F., Díaz Ocampo, E., Meza Bone, G. A., & Cabrera Verdesoto, C. A. (2016). Evaluación de dos insecticidas naturales y un químico en el control de plagas en el cultivo de frejol en el litoral ecuatoriano. *Idesia (Arica)*, 34(5), 27-35. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292016000500006&script=sci_arttext
- Castillo-Sánchez, L. E., Jiménez-Osornio, J. J., & Delgado-Herrera, M. A. (2012). Actividad biológica in vitro del extracto de *Capsicum chinense* Jacq contra *Bemisia tabaci* Genn. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 18(3), 345-356. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2012000300008



- Celis, A., Mendoza, C. F., & Pachón, M. E. (2009). Uso de extractos vegetales en el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses: revisión. *Temas agrarios*, 14(1), 5-16. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3206597.pdf>
- Cervantes Vázquez, T. J. Á., Fortis Hernández, M., Trejo Escareño, H. I., Vázquez Vázquez, C., Gallegos Robles, M. Á., & García Hernández, J. L. (2018). Fertilización química y orgánica en la producción de sandía en el norte de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(SPE20), 4263-4275. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342018000804263&script=sci_arttext
- Chen, W., Wosula, E. N., Hasegawa, D. K., Casinga, C., Shirima, R. R., Fiaboe, K. K., Hanna, R., Fosto, A., Goergen, G., & Tamò, M. (2019). Genome of the African cassava whitefly *Bemisia tabaci* and distribution and genetic diversity of cassava-colonizing whiteflies in Africa. *Insect biochemistry and molecular biology*, 110, 112-120. <https://www.sciencedirect.com/science/article/am/pii/S096517481930150X>
- Dougoud, J., Toepfer, S., Bateman, M., & Jenner, W. H. (2019). Efficacy of homemade botanical insecticides based on traditional knowledge. A review. *Agronomy for sustainable development*, 39, 1-22. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-019-0583-1>
- Gautam, P. R., & Sharma, S. (2021). Insect Pest Management of Vegetables in Pocket Areas of Modi Rural Municipality, Parbat. *Prithvi Journal of Research and Innovation*, 33-43.
- Ghosh, S., Mali, S. N., Bhowmick, D., & Pratap, A. P. (2021). Neem oil as natural pesticide: Pseudo ternary diagram and computational study. *Journal of the Indian Chemical Society*, 98(7), 100088. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019452221000881>
- González-Macedo, M., Cabirol, N., & Rojas-Oropeza, M. (2021). Assessment of the ancestral use of garlic (*Allium sativum*) and nettle (*Urtica dioica*) as botanical insecticides in the protection of mesquite (*Prosopis laevigata*) seeds against bruchins. *Journal of Plant Protection Research*, 170-175-170-175. https://journals.pan.pl/Content/120037/OA_07_JPPR_61_2_0930_Macedo.pdf
- Ileer, V., Peralta, J., Palacios, C., & Burgos, A. (2022). Bioinsecticidas elaborados con extractos botánicos utilizados contra *Spodoptera* spp. en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.) en Los Ríos-Ecuador. *Uniciencia*, 36(1), 659-669. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-34702022000100659
- Jiménez-Martínez, E., & Balladares, J. B. (2019). Aplicaciones alternas de insecticidas químicos y botánicos para el manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius) y Geminivirus en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Tisma, Nicaragua. *La Calera*, 19(32), 33-40. <https://camjol.info/index.php/CALERA/article/view/8438>



- Karkanis, A. C., & Athanassiou, C. G. (2021). Natural insecticides from native plants of the Mediterranean basin and their activity for the control of major insect pests in vegetable crops: shifting from the past to the future. *Journal of Pest Science*, 94(2), 187-202. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10340-020-01275-x>
- Kumar, R., Kranthi, S., Nagrare, V., Monga, D., Kranthi, K. R., Rao, N., & Singh, A. (2019). Insecticidal activity of botanical oils and other neem-based derivatives against whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius)(Homoptera: Aleyrodidae) on cotton. *International Journal of Tropical Insect Science*, 39, 203-210. <https://link.springer.com/article/10.1007/s42690-019-00027-4>
- Mugerwa, H., Seal, S., Wang, H.-L., Patel, M. V., Kabaalu, R., Omongo, C. A., Alicai, T., Tairo, F., Ndunguru, J., & Sseruwagi, P. (2018). African ancestry of New World, *Bemisia tabaci*-whitefly species. *Scientific Reports*, 8(1), 2734. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-20956-3>
- Navarrete, B., Valarezo, O., Cañarte, E., & Solórzano, R. (2017). Efecto del nim (*azadirachta indica juss.*) sobre *bemisia tabaci gennadius* (hemiptera: aleyrodidae) y controladores biológicos en el cultivo del melón cucumis melo l. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 25(1), 33-44. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-85962017000200033&script=sci_abstract&tlng=pt
- Oguh, C., CO, O., CS, U., PS, J., & EU, A. (2019). Natural pesticides (biopesticides) and uses in pest management-a critical review. *Asian Journal of Biotechnology and Genetic Engineering*, 2(3), 1-18. <https://journalajbge.com/index.php/AJBGE/article/view/30063/56411>.
- Orrala Borbor, N. A., Herrera Isla, L., & Balmaseda Espinosa, C. E. (2019). Técnicas de cultivo de sandía injertada, efectos en rendimiento y calidad del fruto. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(8), 1887-1894. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000801887&script=sci_arttext
- Rodríguez-Montero, L., Berrocal-Jiménez, A., Campos-Rodríguez, R., & Madriz-Martínez, M. (2020). Determinación de la actividad biocida de extractos vegetales para el combate de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemíptera: Aleyrodidae). *Revista Tecnología en Marcha*, 33(3), 117-129. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822020000300117&script=sci_arttext
- Romero, R., Morales, P., Pino, O., Cermeli, M., & González, E. (2015). Actividad insecticida de seis extractos etanólicos de plantas sobre mosca blanca. *Revista de Protección Vegetal*, 30, 23-28. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-27522015000400005&script=sci_arttext&tlng=en
- Sabillón, A., & Bustamante, M. (1995). Evaluación de extractos botánicos para el control de plagas del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3676/1/05.pdf>



- Sani, I., Ismail, S. I., Abdullah, S., Jalinas, J., Jamian, S., & Saad, N. (2020). A review of the biology and control of whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with special reference to biological control using entomopathogenic fungi. *Insects*, *11*(9), 619. <https://www.mdpi.com/2075-4450/11/9/619/pdf>
- Sarmiento-Sarmiento, G. J., Pino-Cabana, D., Chacón, L. M. M., Medina-Dávila, H. D., & Lipa-Mamani, L. M. (2019). Aplicación de humus de lombriz y algas marinas en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) var. Santa Amelia. *Scientia Agropecuaria*, *10*(3), 363-368. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172019000300006&script=sci_arttext
- Ugwu, F. S. O., & Oyeagu, U. (2023). Mediators of arrested development as attractive malaria vector control tools: The *Azadirachta indica* and azadirachtin routes. *Bio-Research*, *21*(1), 1805-1817. <https://www.ajol.info/index.php/br/article/download/240879/227742>
- Upadhyay, H., Shome, S., & Choudhary, S. (2019). Effect of certain medicinal plant extract on insect pest management of watermelon cultivation. *Plant Archives*, *19*(2), 1159-1162. http://plantarchives.org/SPL%20ISSUE%20SUPP%202,2019/206_1159-1162.pdf
- Vyskočilová, S., Tay, W. T., van Brunschot, S., Seal, S., & Colvin, J. (2018). An integrative approach to discovering cryptic species within the *Bemisia tabaci* whitefly species complex. *Scientific Reports*, *8*(1), 10886. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-29305-w>
- Wahyudi, A., Kartahadimaja, J., Setyawan, A., Mustakim, N., Askhary, F., & Katfar, B. (2022). Evaluation of yields on new varieties of hybrid watermelon. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,
- Zurita Vásquez, H., Valle Velástegui, L., Vásquez, C., Curay Quispe, S., Buenaño Sánchez, M., & Guevara Freire, D. (2017). Eficiencia del uso de plantas insecticidas en el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, (Coleoptera: Curculionidae). *Investigación agraria*, *19*(2), 120-126. http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2305-06832017000200120

